Construction d’un hangar agricole en bois rond

version non définitive 0.3

écrit par Poulk, Buzz et relus par Flisk

2023



Construction d’un hangar agricole en bois rond

Table des matières

Charpente

La charpente en bois rond est une méthode constructive, relativement simple à mettre en œuvre, pas chère et rapide. Elle est adaptée à des bâtiments agricoles ne nécessitant une finition très précise.

I. Étapes préalables au chantier :

- choix des dimensions et du format du hangar
- conception des fermes
- terrassement du terrain (au mieux, couler la dalle)
- fabrication des plots de fondation pour chaque poteau (avec des agrafes de fer à béton qui dépasse pour fixation du pied de poteau)
- approvisionnement des matériaux (grumes, tôle d'assemblage…)
- écorçage des grumes

Durée du chantier

Pour la partie conception / commande c'est dur d'estimer le temps environ 2 semaine a temps plein pour 1 personne si débutant. Avec demande et conseil de personnes extérieur.

Pour le terrassement une vingtaine d'heures à la pelle 8T avec une personne dans la pelle et parfois des aides pour faire plat.

Pour les fondations : il y a 16 plots et cela à mobiliser 3 personnes pendant 20 heures aussi. (avec une très grosse bétonnière qui faisait un plot d'un coup)

Pour l'écorçage : 3 personnes pendant 20h aussi environ. J'ai un doute comme même que cela ne soit pas plus … Écorceuse = achat obligatoire selon moi.

1 Cas concret de Beaubery :

- Hangar de dimensions de 10mx28m avec un débord de toit d'environ 3m d'un côté
- 8 fermes :
  - Ferme pas symétrique du fait du débord de toit
  - Grand débord de toit pour un auvent d'un côté qui implique un toit qui descend plus bas d'un coté une jambe de force supplémentaire
  - Entrait à 3m de haut et entrait retroussé en partie haute pour un étage utilisable
  - Jambe de force entre arbalétrier et poteau
  - Bois rond pour tout les fermes mais pannes en bois équarri pour simplifier la réalisation de la planéité du bac acier
  - Gestion de l'assemblage des deux arbalétriers et du poinçon par moisage de tôle pour plus de simplicité
  - Pour des raisons financières la dalle n'est pas encore coulée

    - Pour des raisons financières et logistiques, les contreventements entre ferme ne sont pas réalisés entre la panne faîtière et la sablière (pièce de bois trop longue) mais en Z. Les deux interfermes des extrémités et l'interferme centrale sont contreventés.
    - Pour des raisons de simplicité les entraits ne sont pas délignés en deux et moisé mais simplement fixés en sur-épaisseur d'un côté. Cela implique que la ferme a un sens puisque l'on veut que la poutre maîtresse puisse servir à fixer un plancher. Il faut donc qu'elle soit du côté intérieur pour les fermes pignons.
- Les poteaux, les arbalétriers, les poinçons ont les gros bouts en bas. Pour contrebalancer légèrement le poids du déport de toit et donc équilibrer au mieux la ferme (notamment en vu du levage) les entraits ont les gros bouts à l'opposé du débord de toit

II. Traçage de l'épure

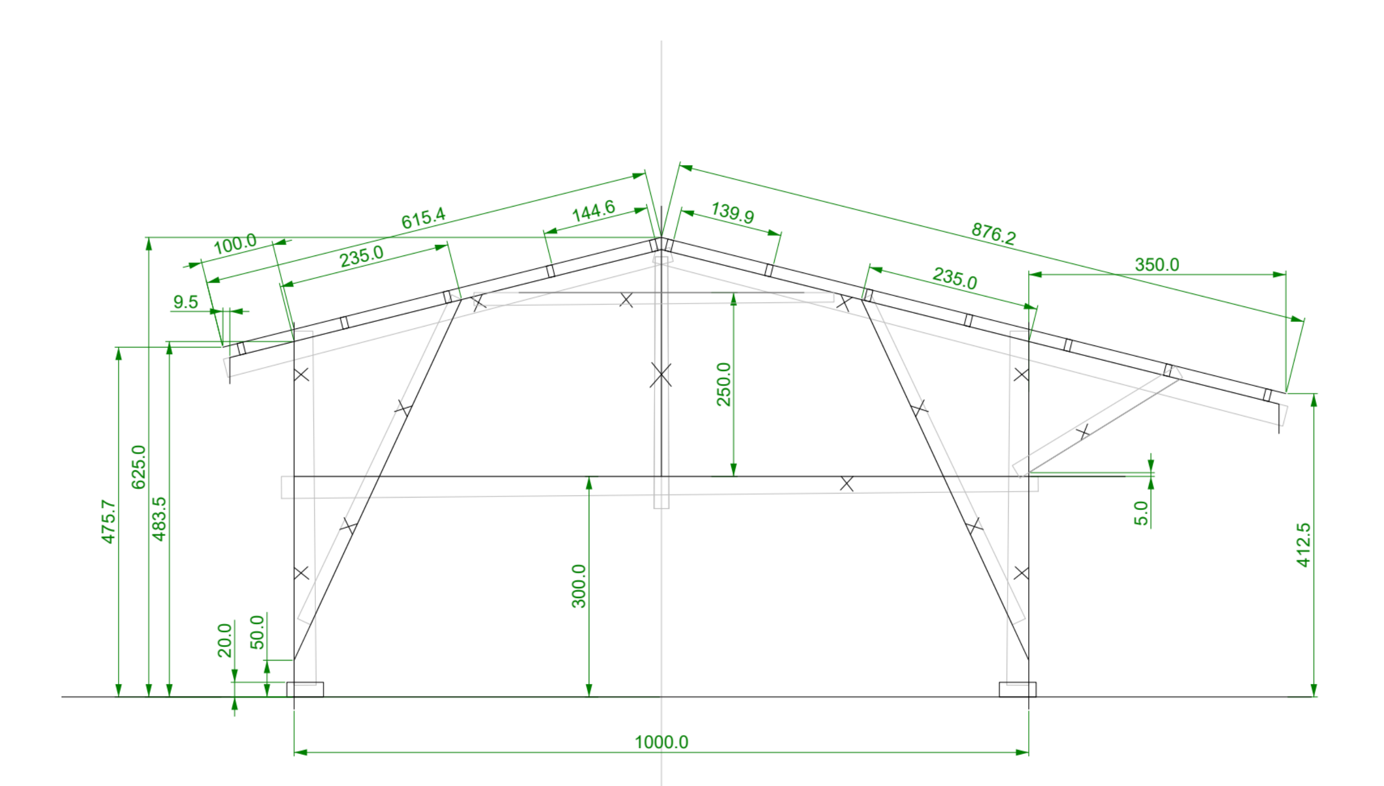
La première étape consiste à tracer une épure à l'échelle 1:1.

1 Spécificité du plan d'épure :

- Il est tracé en ligne simple (les épaisseurs et la conicité du bois ne sont pas représentés)
- Pour chaque pièce de bois, on indique par une croix l'endroit ou va se trouver le bois (à gauche, à droite ou bien de part et d'autre du trait)
- Le plan est fait en traits filants (ils ne s'arrêtent pas à l'endroit où ils se croisent)

2 Traçage de l'épure :

Dans le cas de Beaubery, la dalle n'étant pas coulée, il faut pouvoir tracer au sol. Pour cela, on va utiliser des planches fixées au sol (liteau taillé en pointes enfoncés de 30cm vissé dans le chant de la planche) qui vont servir à tracer les traits. Les étapes consistent donc à repérer grossièrement l'emplacement du trait, fixer une planche puis tracer le trait au cordeau.


615.4
144.6
139.9
876.2
100.0
235.0
235.0
350.0
9.5
250.0
5.0
475.7
625.0
483.5
412.5
300.0
20.0
50.0
1000.0

3 Les étapes :

1. Tracer un premier poteau
2. Tracer le deuxième poteau, parallèle au premier et au bon entraxe (simplement en vérifiant les entraxes en pied et tête de poteau)
3. Définir une référence de sol d'un côté et la reporter de l'autre côté bien d'équerre à l'aide de Pythagore (3-4-5). Vérifier l'équerrage avec les diagonales entre pied et tête de poteaux opposés
4. Tracer de façon parallèle le poinçon
5. Repérer sur le poinçon le point d'intersection des arbalétriers
6. Tracer les arbalétriers (ne pas oublier les débords de toit)
7. Tracer l'entrait et l'entrait retroussé
8. Tracer les jambes de forces

Astuces utiles :

- Étant en extérieur, les traits de cordeaux peuvent s'effacer en cas de pluie notamment (penser à les balayer régulièrement limite les risques). On peut les repérer les traits en faisant 3 impacts de clous (ou petit forêt) sur le trait de façon régulière.
- Le tracé d'épure sur une dalle réduit grandement le temps pris part cette étape. S'il est possible de couler la dalle avant le chantier de charpente, cela est bien plus confortable.
- Il faut un grand nombre de liteau taillés en pointe pour fixer les planches

Outils utiles :

- Petits piquets
- Planches de coffrage
- Visseuse & vis
- Marteau et masse
- Cordeau
- Décamètre et mètre
- Crayon de charpente
- Ponceuse pour gommer les mauvais coup de cordeaux

III. Débit des bois

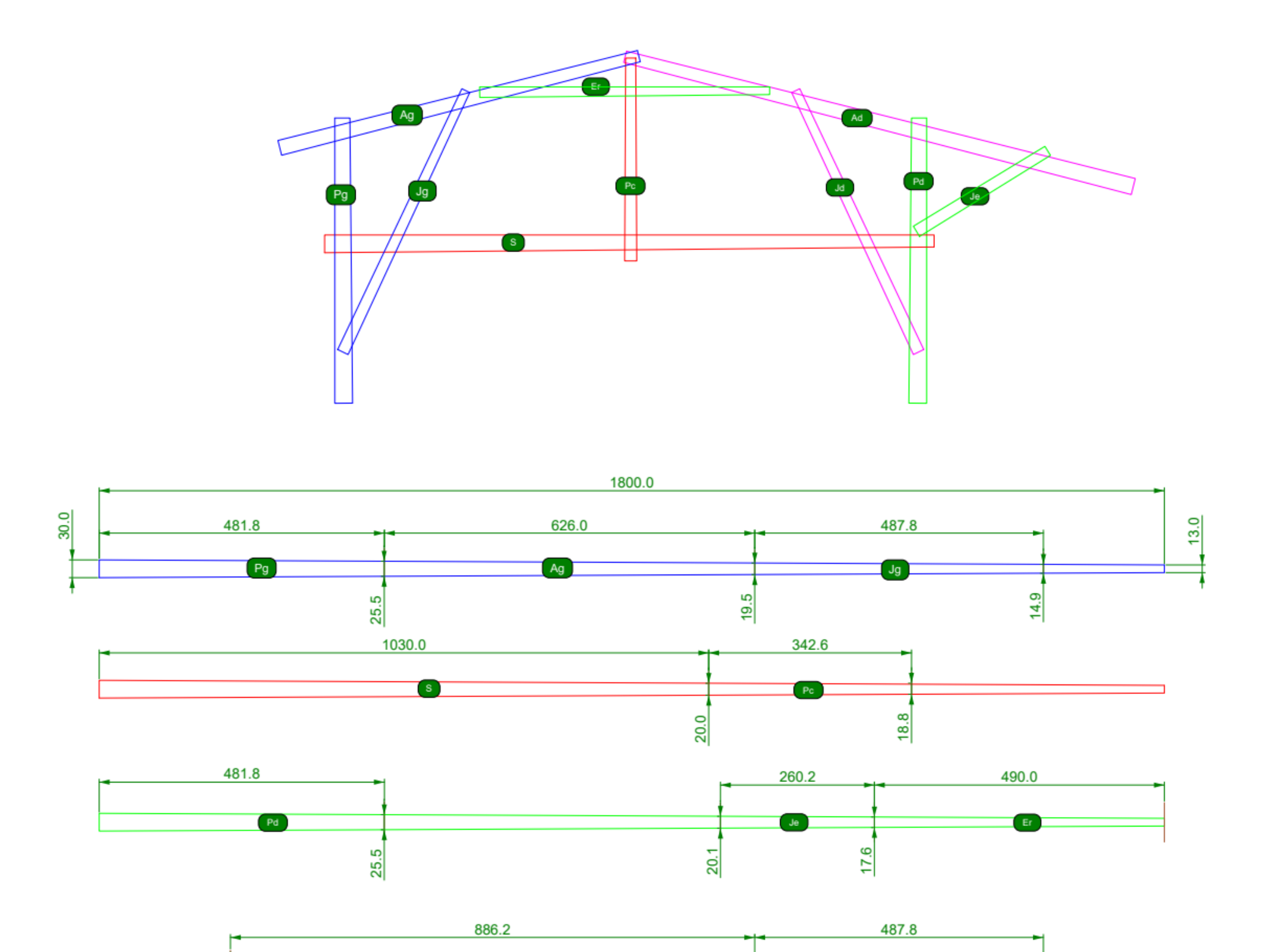
1 Fiche de débit :

Étant donné que les grumes sont coniques et que les pièces n’ont pas besoin de toutes faire la même section (les poteaux sont plus gros que les jambes de force etc...), pour minimiser les chutes, on peut faire une fiche de débit ou l’on prend les poteaux dans les gros bouts de grumes et les pièces de section plus faible dans les fins bouts. Cette fiche de débit est a faire en fonction des diamètres des gros bout et fin bout et de la longueur des grumes.

Les arbalétriers sont aplanis sur le dessus car les pannes sont en bois équarri et que cela facilite donc la fixation des échantignoles et des pannes.

Il est relativement compliqué de trouver des pièces de bois de conicités similaire.

calepinage des pièces

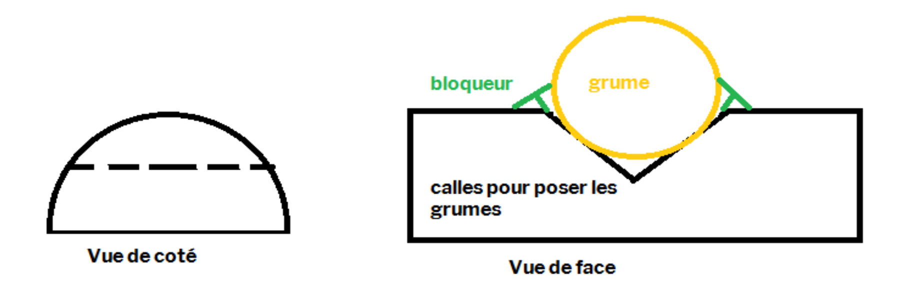


2 Cales de positionnement :

En parallèle du débit des différentes pièces, on déligne en demi-rondin un bout de grume puis débite des morceaux d'environ 50cm. On y fait une entaille à 90° qui va nous permettre de poser les grumes de façon stable au sol.

Astuces utiles :

- Il peut être utile de se bidouiller des pièces de métal qui permettent d'empêcher les grumes de tourner (petit T en métal ayant un bout pointu)
- Pour faire tourner une grume, une sangle en tête d'alouette permet de facilement faire tourner la grume seul (le sens de la tête d'alouette est différent selon le sens de rotation voulu)
- Pour déplacer les grumes, des sangles dans lesquelles on passe de solide bout de ferraille (idéalement cylindrique) permettent de porter à plusieurs.



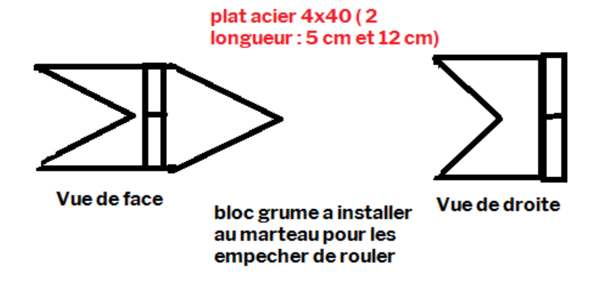


Figure 1: Cales et bloqueurs

Outils utiles :

- Tronçonneuses (électriques et filaires)
- Bombe de marquage
- Bidouille de calage (moult)
- Cales-grumes (au moins 2 par pièce de bois)
- Tourne-bille
- Sangle pour transporter les grumes

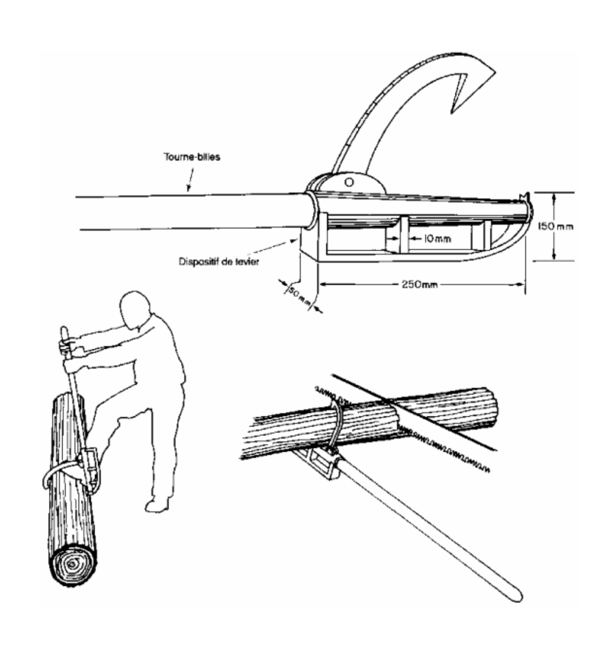
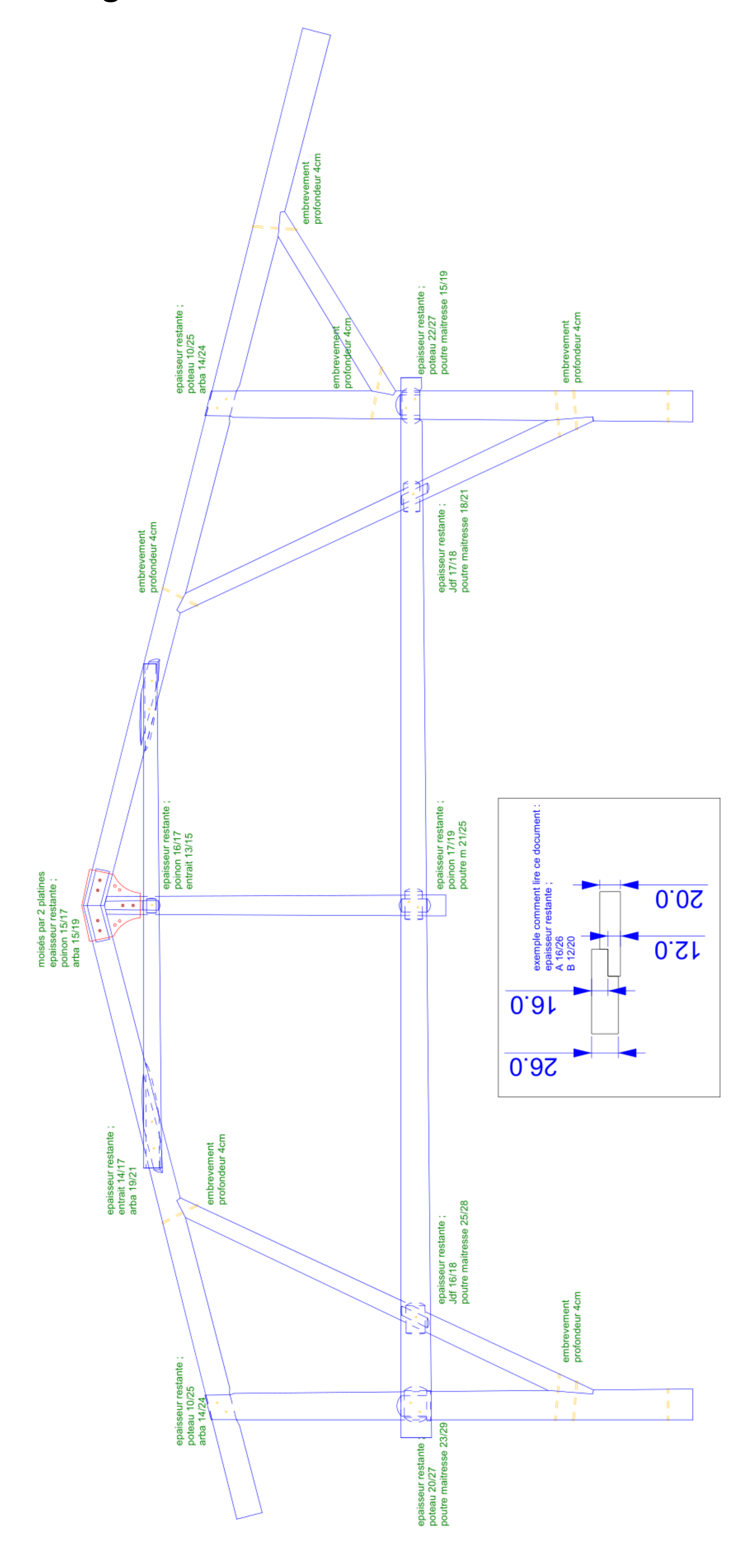


Figure 2: tourne bille

IV. Assemblage d’une ferme



1 Ordre de positionnement et d’assemblage

- Arbalétriers
- Poinçon
- Poteaux
- Jambes de force
- Entrait retroussé
- Poutre maîtresse

Pour le positionnement des grumes, on vient les poser sur des cales de placement en demi-rondin.

1. Arbalétriers et poinçon

Étant donné le choix d’assemblage Arbalétriers-Poinçon en moisage avec deux tôles, les connexions entre les arbalétriers et le poinçon et les arbalétriers entre eux, sont simplement des surfaces l’une contre l’autre. La résistance mécanique est assurée par la tôle.

Dans un premier temps, on positionne les arbalétriers (sans les mettre sur ligne). On trace sur chaque arbalétrier la coupe à réaliser pour la connexion au faîtage puis on la découpe à la tronçonneuse. De même, on trace puis coupe la pointe sur le poinçon.

Pour l’assemblage Arbalétriers-Poinçon avec la tôle, on déligne des surfaces plates sur les côtés des arbalétriers et du poinçon pour améliorer la surface de contact entre la tôle et les pièces de bois.

On réalise les perçages des trous pour les tiges filetées en traçant les trous avec la tôle en place.

On réalise l’assemblage avec les tôles et tiges filetées.

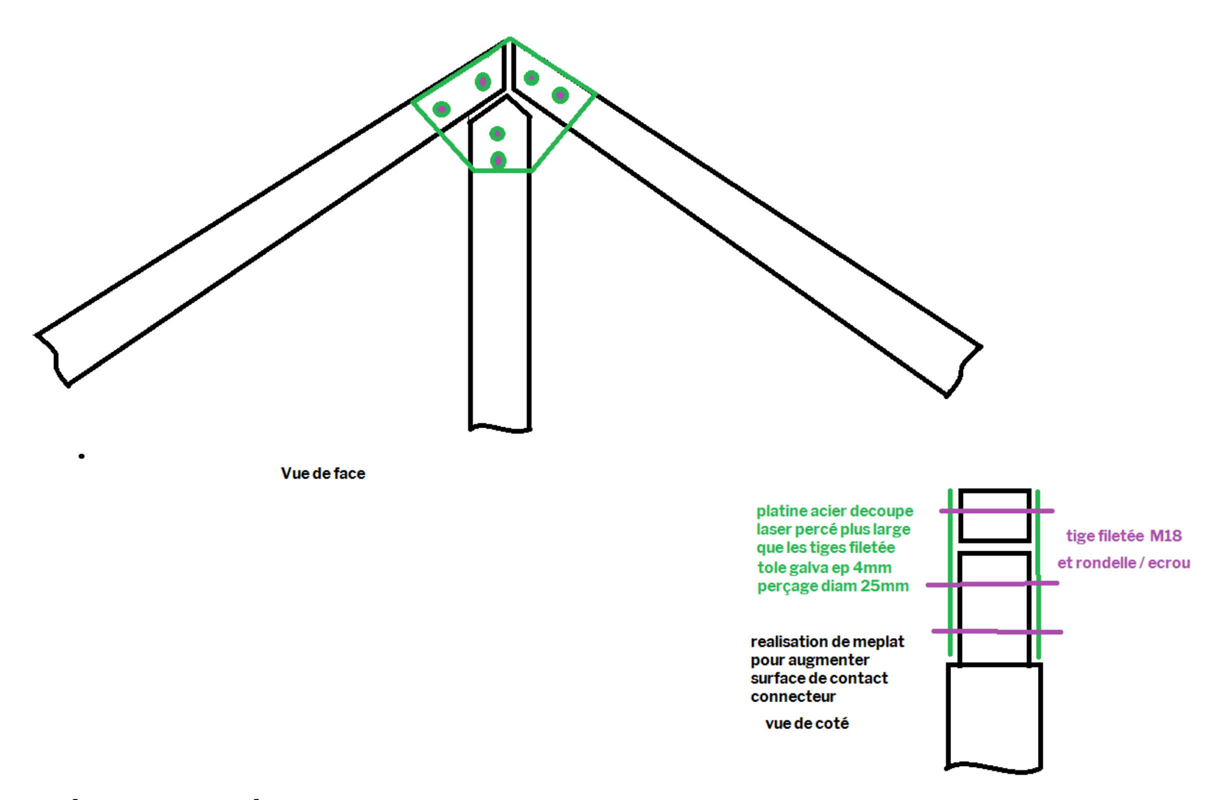


Figure 3: Platine entre arba et poinçon

2. Arbalétriers et poteaux

L’assemblage Arbalétrier-Poteau se fait par un mi-bois fixé par tiges filetées. La surface de contact importante pour la transmission des efforts est la surface perpendiculaire intérieure du mi-bois du poteau contre la surface perpendiculaire intérieure du mi-bois de l’arbalétrier.

Le mi-bois n’en est pas exactement un car on veut laisser le plus de bois possible sur l’arbalétrier. Le diamètre des arbalétrier et du poteau au alentour de l’assemblage est d’environ 25cm. On veut garder minimum 10cm pour le mi-bois du poteau donc on peut garder environ 15cm pour l’arbalétrier.

Dans un premier temps on réalise des plats sur l’intérieur de la tête de poteau pour avoir une surface plane d’appui contre l’arbalétrier. On en réalise aussi sur la face inférieure de l’arbalétrier pour avoir une surface plane d’appui sur le haut du poteau.

Ensuite on trace les axes (fibre neutre du bois) sur ces plats. On trace une ligne environ 2,5cm en dessous de l’axe du poteau et sur le dessus de l’axe de l’arbalétrier.

On fait double quartier au poteau, on trace et coupe l’angle arbalétrier-poteau (/!\ le poteau étant retourné, l’angle tracé ne correspond pas en l’état à l’angle tracé sur l’épure). Étant donné qu’il est plus simple de faire une coupe d’aplomb que de niveau, on fait quartier et on réalise la coupe d’aplomb qui correspond au mi-bois du poteau.

On vient mettre sur ligne le poteau ce qui permet de tracer puis réaliser les coupes perpendiculaires du mi-bois de l’arbalétrier. Du côté perpendiculaire extérieur du mi-bois, la surface de contact ne transmet pas d’effort et l’on prend donc un peu de marge afin de ne pas avoir à rentrer l’assemblage en force.

On fait une coupe de niveau en mortaise sur l’arbalétrier pour finaliser le mi-bois.

On vient finaliser le positionnement de l’assemblage. Si les surfaces importante ne sont correspondent pas exactement on utilise l’astuce de la recoupe pour les parfaire.

Enfin, on perce puis fixe à l’aide des tiges filetées.

C’est aussi à ce moment que l’on trace l’emplacement des pannes sur le haut de l’arbalétrier. On peut aussi fixer les échantignole à ce moment.

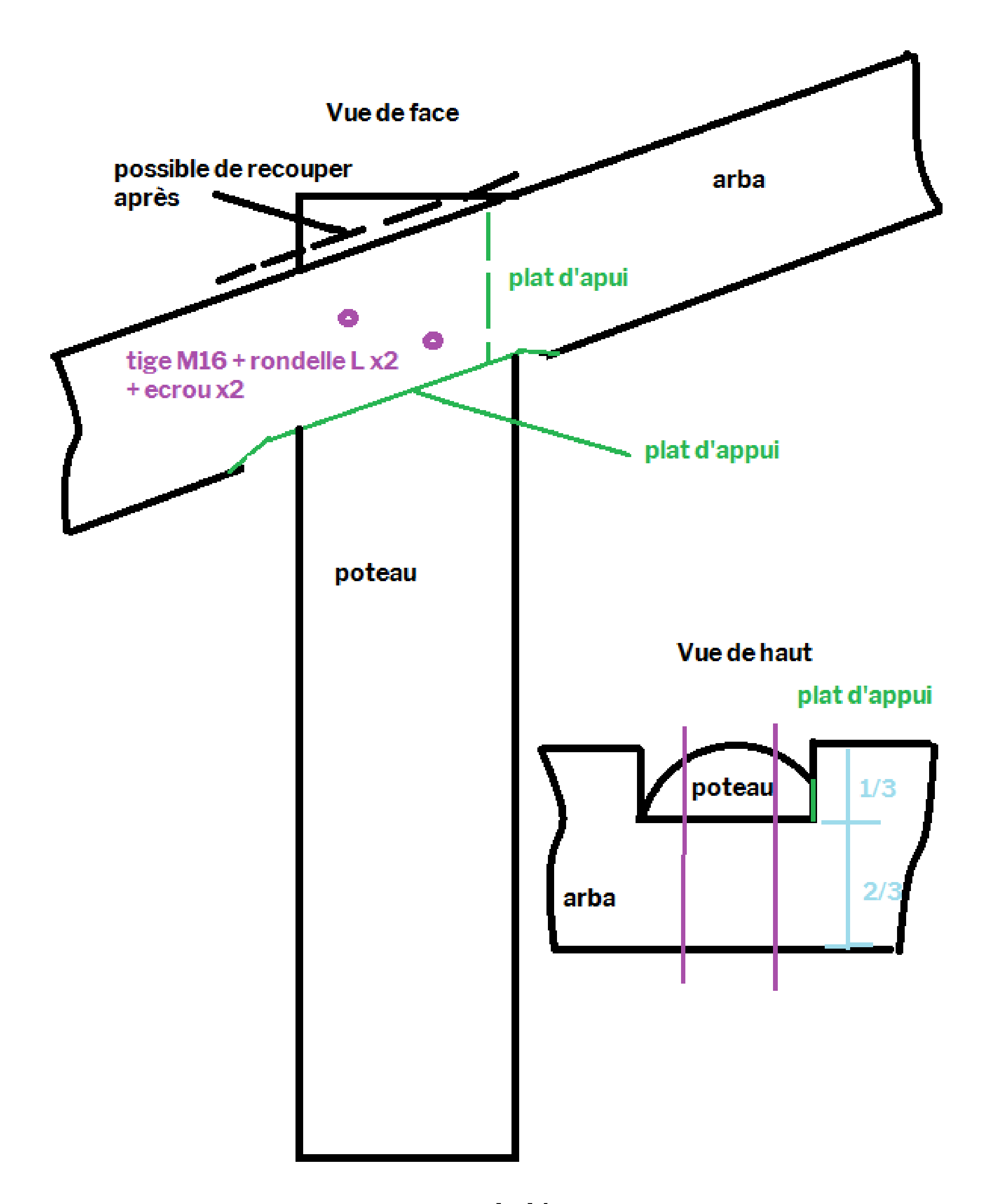


Figure 4: Mi-Bois entre poteau et arbalétrier

3. Jambes de force et arbalétrier

Une étape importante à ce moment est le dégauchissage de la ferme. Pour cela, on prend du recul et on vérifie que les poteaux et le poinçon sont bien dans le même plan. Il faut bien prendre en compte le fait que le poinçon ai un diamètre inférieur aux poteaux.

Les jambes de force sont fixés par embrèvement. La première étape est de venir mettre sur ligne et orienter la jambe de force.

L'angle de la surface de contact qui va transmettre les efforts l'embrèvement femelle à l'embrèvement mâle est la bissectrice entre l'arbalétrier et la jambe de force. L'épaulement nécessaire pour transmettre correctement les efforts sans trop enlever de bois à l'arbalétrier est de 4cm.

Traçage et réalisation de l’embrèvement haut :

- On trace l’aplomb des plans d’intersections de l’arbalétrier avec la jambe de force sur les deux pièces de bois
- Sur la jambe de force on fait la première coupe d’aplomb à l’angle de la bissectrice
- Ensuite sur cette coupe, au niveau de l’axe on mesure 4cm depuis l’extérieur (mesure prise perpendiculaire à l’arba)
- On trace un trait d’aplomb à cette distance
- On trace puis coupe entre ce trait d’aplomb et le l’aplomb d’intersection extérieur
- Pour tracer le l’embrèvement femelle, on remet sur ligne, on fait correspondre les traits d’intersection et on remet la plumée de dévers de niveau.
- On trace par projection, l’embrèvement mâle sur l’arbalétrier.

Pour l’embrèvement inférieur la méthode est similaire mais il faut rajouter le fait d’être dans la bonne position dans l’embrèvement haut. **Pour une raison inconnue, cela arrive souvent que l’on se retrouve avec un second assemblage trop court. Il est donc judicieux de prendre environ 5cm de marge supplémentaire sur l’embrèvement mâle et de refaire les coupe parallèle pour ajuster ensuite.**

La fixation de ces assemblages se fait par des tiges filetées perpendiculaire à la grande surface de contact entre la jambe de force et l’autre pièce de bois.

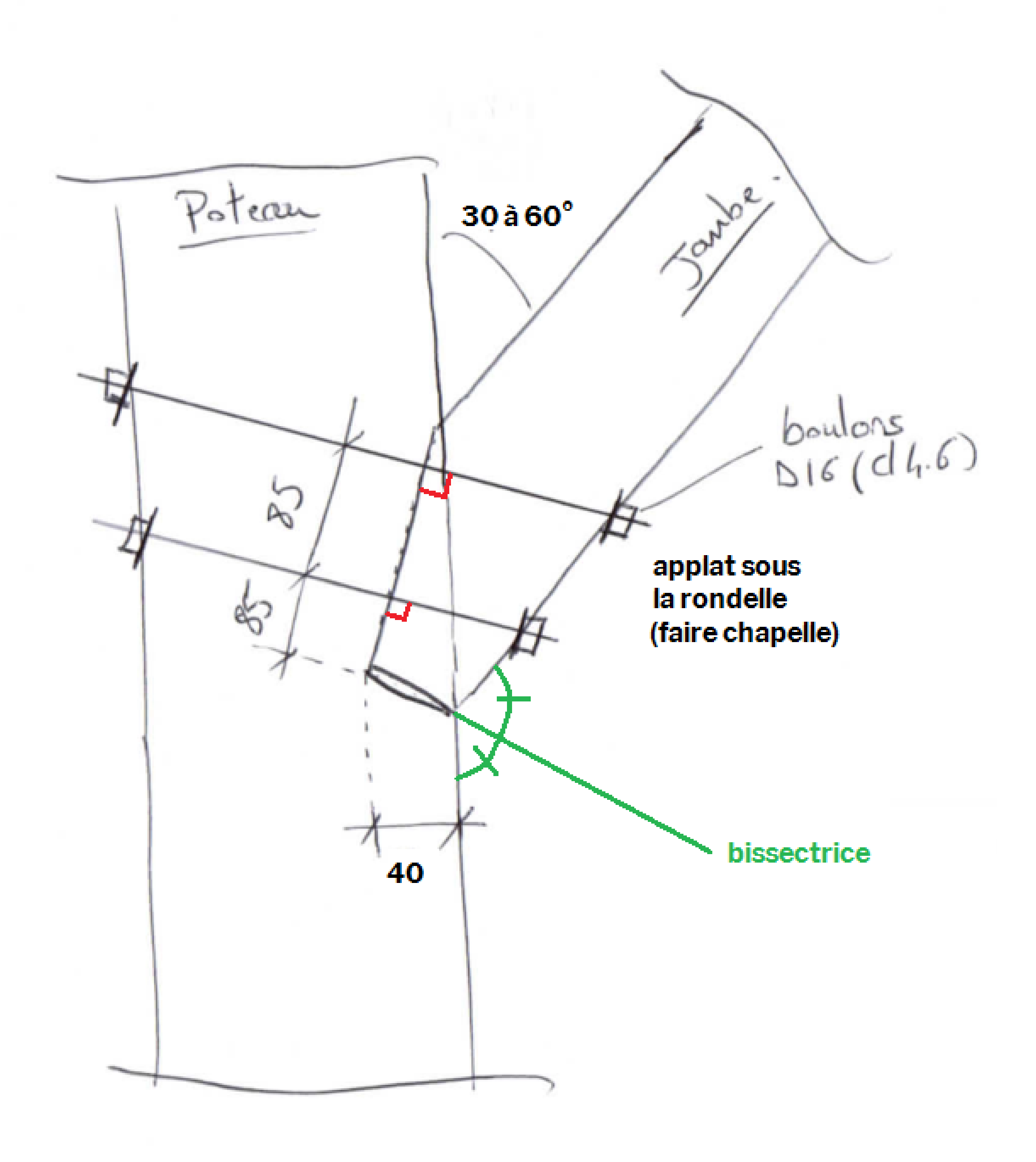


Figure 5: Embrevement entre jambe de force et poteau

4. Poutre maîtresse et entrait retroussé

Pour les entraits, l’enjeu repose dans le fait de réaliser des surfaces de contact plane entre chaque pièce de bois et qui soient toutes dans le même plan. L’entrait retroussé est en contact avec 3 éléments et la poutre maîtresse avec 5.

On y va petit a petit en positionnant d’abord la poutre dans la position ou l’on a le moins de matière a mangé(en mettant à profit son côté banane). Si jamais on pourra jouer un peu sur la flexibilité et le côté gauche du poinçon pour rattraper de trop grands écarts. Ensuite on élève de la matière jusqu’a ce que la poutre maîtresse soit en contact sur les poteaux / les jambes de forces et le poinçon.

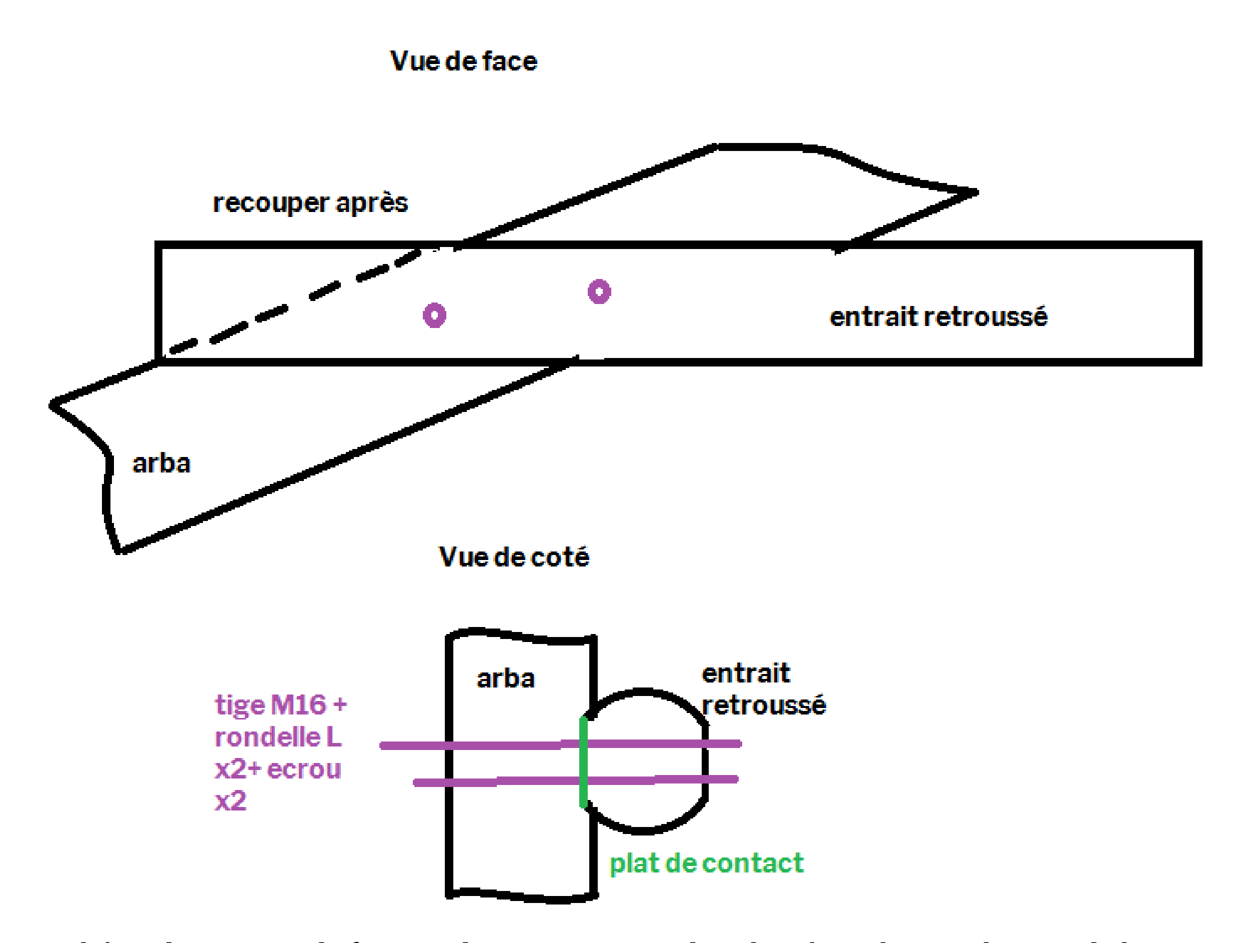


Figure 6: Schéma de principe de fixation des entraits : pas dans le même plan que le reste de la ferme

Pour la poutre maîtresse, au gros bout, le diamètre étant important, le poids propre représente un effort conséquent sur les tiges filetées. Pour palier à cela, on peut appuyer les plats de ce côté pour faire un épaulement et reposer en partie la poutre sur le poteau.

On s’orientera plutôt sur la pose d’un corbeau pour soulager les tiges filetées.

Pour cela, on vient refaire un embrèvement dans lequel on fixe un morceau de bois sur lequel viendra reposer la poutre.

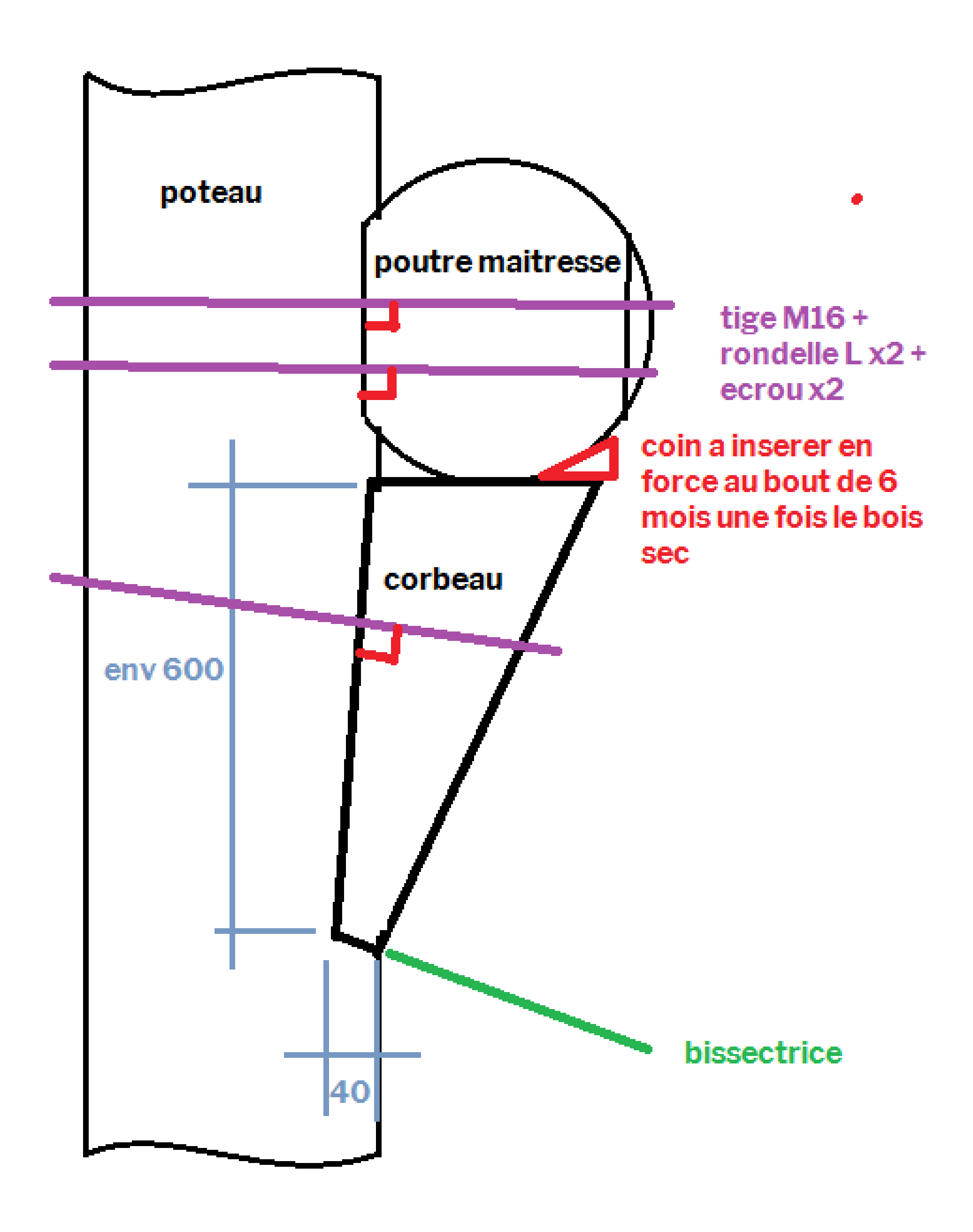


Figure 7: Corbeau pour soulager les tiges filetée et reprendre les efforts du plancher sur la poutr maitresse

5. Finitions

Les dernières étapes sont :

- la recoupe du pied de poteau
- la recoupe d'aplomb des bouts d'arbalétriers
- recoupe du poinçon à la bonne longueur

La ferme une fois assemblées pèse environ 1300kg.

Astuces utiles :

- Faire chapelle pour les tiges filetées
- Lorsque deux coupes qui sont censées venir s'appuyer l'une contre l'autre ne correspondent pas exactement, on peut venir refaire une coupe à la tronçonneuse au centre entre les deux surfaces qui sont presque en contact. Cela faire permettre de rendre parallèle les deux surfaces.
- Lors de l'orientation d'une pièce, si elle a une « banane », il y a deux possibilités :
    - la pièce est verticale et on se débrouille pour que la « banane » soit dans le plan de la ferme
    - la pièce est horizontale et on fait en sorte que le poids propre du bois tende à redresser la « banane »
- Pour le mi-bois de Arbalétrier-Poteau, étant donné que l'on peut encore faire quartier avec les poteaux, on choisit d'enlever la matière sur la partie dessous du poteau et du dessus le l'arbalétrier.
- Des coups de masse sur la cale de positionnement sont finalement un moyen assez précis de déplacer légèrement une grume.
- Pour faire les découpes à la tronçonneuse, lorsque c'est possible, mieux vaut tourner la grume pour faire des coupes avec le guide à la verticale plutôt que de faire des découpes à l'horizontale
- Le dessin et la découpe de la tôle sont à faire après le calepinage définitif, ce qui permet de l'ajuster au mieux et ne pas avoir à les redécouper.
- Avoir des trous dans la tôle plus grands que les tiges filetées à y rentrer permet de rattraper les petits défauts d'alignement
- En cas de découpe trop profonde dans un assemblage on peut rattraper en venant intercaler une cale en contre-plaqué
- Lorsqu'il y a besoin de reprendre une coupe pour enlever un peu d'épaisseur, il est possible de faire un trait de tronçonneuse de la bonne profondeur puis de balayer avec le guide pour faire disparaître la rainure
- Pour faire de léger aplat sur une grande surface, on peut utiliser l'écorceuse

- Lors des perçages, il est important de bien débourrer le foret régulièrement sinon il risque de se bloquer. Pour cela, il faut tirer relativement fort pour réussir à arracher la mouche

Outils utiles :

- Perceuses et mèches de charpentes
- Tronçonneuses (chaîne à déligner?)
- Masse
- Tourne-bille
- Sangles
- Écorceuse sur tronçonneuse
- Disqueuse
- Limes
- Clés plates/cliquet/pipe



Figure 8: Decoupe vertical = plus simple

Durées du chantier

Pour réaliser les 8 fermes nous avons consacré 2 x 5j a 12-13 personnes débutantes. Sans compter le levage et la préparation.

V. Déplacement des fermes

Il est souvent nécessaire de déplacer les fermes pour pouvoir utiliser l'épure pour faire les fermes suivante.

Il faut donc prévoir de pouvoir les stocker mais aussi de pouvoir les transporter. Si l'on a un engin de levage, celui-ci permet de les déplacer mais à Beaubery nous n'avions pas d'engin suffisant hors de la période du levage.

Astuces utiles :

- Ne pas fixer les échantignoles avant le déplacement permet de ne pas risquer de les endommager.
- L'enjeu, en ayant pas de dalle, c'est de ne pas endommager l'épure. Ne pas hésiter à la revérifier après chaque déplacement de ferme.
- La fabrication un essieu qui vient s'installer sous le poinçon et permet de déplacer la ferme en soulageant à nombreux les poteaux et sans engin.

VI. Levage

Il se déroule comme suit

- *Avant de commencer le levage on vérifie : que les écrous sont bien serré, que les échantignoles sont en place, que les pieds de poteaux ne sont pas plus large que l'entraxe entre fer à béton des plots (28cm pour nous), que les tiges filetées sont meulée, les pannes sont coupée à la bonne dimension en sifflet (avec écart entre ferme tracée sur celle ci) et que les platines de faîtières ne dépasse pas sur les arbalétriers.*
- Levage de la ferme au sol avec le manitou et 2 élingue avec tête d'alouette (attention a ne pas les abîmer sur la platine ou les tiges fileté, attention également à ne pas prendre sur les échantignoles qui sont fragiles) reparti de chaque côté de la faîtière de façon dissymétrique pour essayer d'équilibrer la ferme malgré son débord du côté nord. Sur le manitou il y a des manilles de chaque côté de l'emplacement de la fourche pour accrocher les élingues. Les gens sont loin.
- Une fois le levage effectué (50 cm au-dessus du sol pour au moins un des 2 pieds de poteaux). 2 personnes avec des casques et des élingues les noues en tête d'alouette au pied de chaque poteau : leur but est d'équilibrer la ferme en soulevant ou poussant le pied pour qu'aucun des 2 poteaux ne touche le sol (si c'est trop dur/physique c'est que les élingues à la faîtière sont au mauvais endroit: redescendre la ferme et les déplacer pour rééquilibrer)
- Le manitou (et son conducteur) commence la manœuvre : une personne qui n'est pas au pied des poteaux le guide. C'est seulement elle qui parle. Dans notre cas ça commence avec une avancée vers la petite pente puis une fois arrivé on pose la ferme sur la petite pente en la faisant pivoter autour des deux points de contact des poteaux au sol (voire la timelapse pour plus de visuel). Les deux personnes au pied des poteaux équilibrent la ferme et font attention a ce qu'elle reste toujours perpendiculaire au bras du manitou.

- Une fois la ferme posée au sol on détache les élingues, puis le manitou fait le tour pour revenir reprendre la ferme depuis le haut de la pente (il la pose car sinon il n’arrive pas à remonter la pente : si pas de pente cette étape est inutile et on positionne directe la ferme). Une fois la ferme repris les 2 responsables de pied de poteau et le guide reprennent leur poste. Si besoin manœuvre de demi-tour avec la ferme . Le but est de placer celle-ci au-dessus des plots en béton.
- Une fois la ferme au-dessus des plots béton on vérifie que le poteau rentre bien entre les 2 fers a béton de chaque côté et qu’il n’y a pas d’écorce au pied. Si ce n’est pas le cas on re-tronçonne à la bonne largeur. Puis on pose la ferme sur le plot (si elle est pas top équilibré elle va d’abord poser d’un côté et faut la « maintenir » pendant que l’autre côté pose). A noter que sur ce plot on a positionné une brique sur un bout d’EPDM pour qu’en cas de pluie la ferme n’a pas les pieds dans l’eau et éviter les remontées capillaires. Ensuite on vérifie à l’œil qu’elle est alignée avec les marques sur le plot et les autres fermes déjà posés. Au besoin on re-soulève ou on utilise la masse. Le manitou tient toujours la ferme droite.
- Ensuite on perce les pieds de poteaux et on y passe l’ensemble : Écrou + rondelle +UPN percé+ tige filetée M16 + UPN percé + rondelle + écrou. Une fois celle-ci fixée au pied on peut monter sur la ferme pour fixer les pannes. Normalement la ferme est à peu près d’aplomb sinon on vérifie en se mettant dans l’alignement des deux poteaux à une dizaine de mètres de distance avec un fil a plomb. Le manitou corrige si besoin. Si non on peut accrocher une corde en haut et tirer.

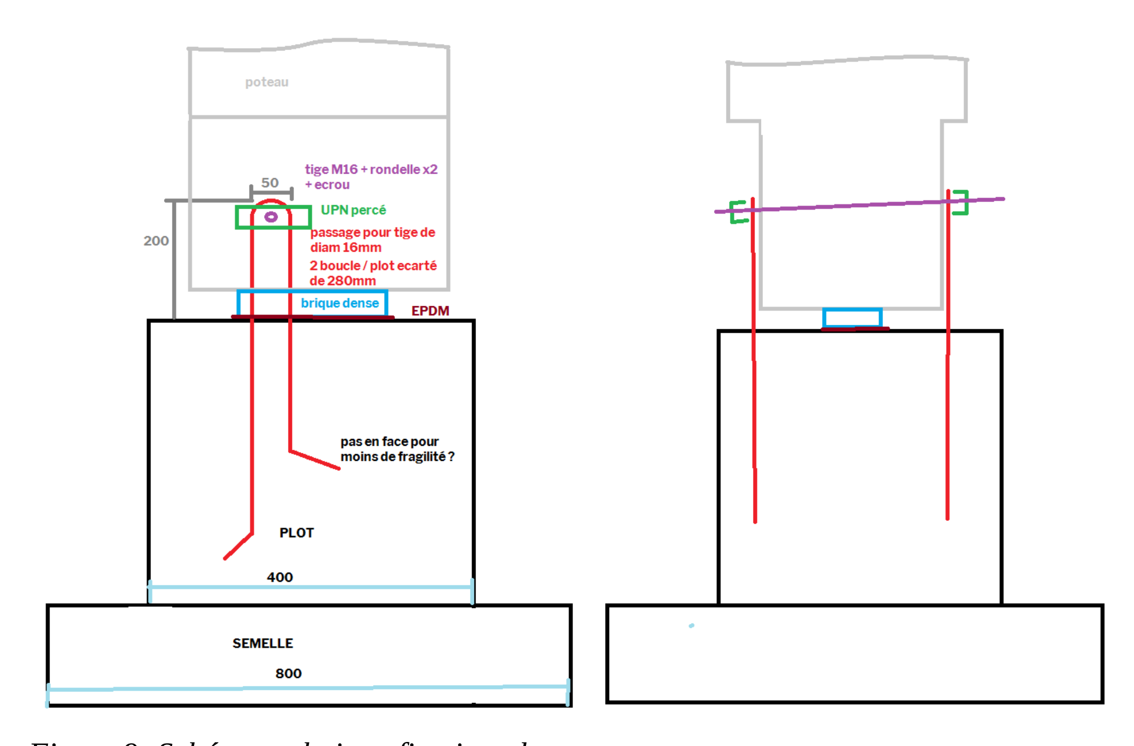


Figure 9: Schéma technique fixation plots

- 2 personnes montent au même niveau avec des baudriers sur des échelles et se vachent à califourchon sur la ferme non fixée et la ferme fixé précédente. Puis en utilise des cordes (une par-dessus l’arbalétrier de chacune des 2 fermes ou des personnes sont perchés) pour hisser 1 panne (les personnes sur la ferme réceptionnent et 2 en bas tire sur les cordes. Vu que la panne est coupée en sifflet et est plus grande que l’espace entre ferme alors on lève la

panne en diagonal pour que cela fonctionne. Une fois la panne en haut les acrobates la maintiennent en place. Une personne revérifie l'aplomb et si jamais il n'est pas bon alors on lance une corde en haut et on tire dessus jusqu'à ce que cela soit ok (2 acrobates + 1 personne avec fil a plomb + 2 personnes min qui tire sur la corde). Une fois la ferme d'aplomb l'acrobate vis la panne dans l'arbalétrier. Pour maintenir l'écart entre les deux fermes. On fait cela 3 fois (1 proche de chaque poteau et 1 à la faîtière)

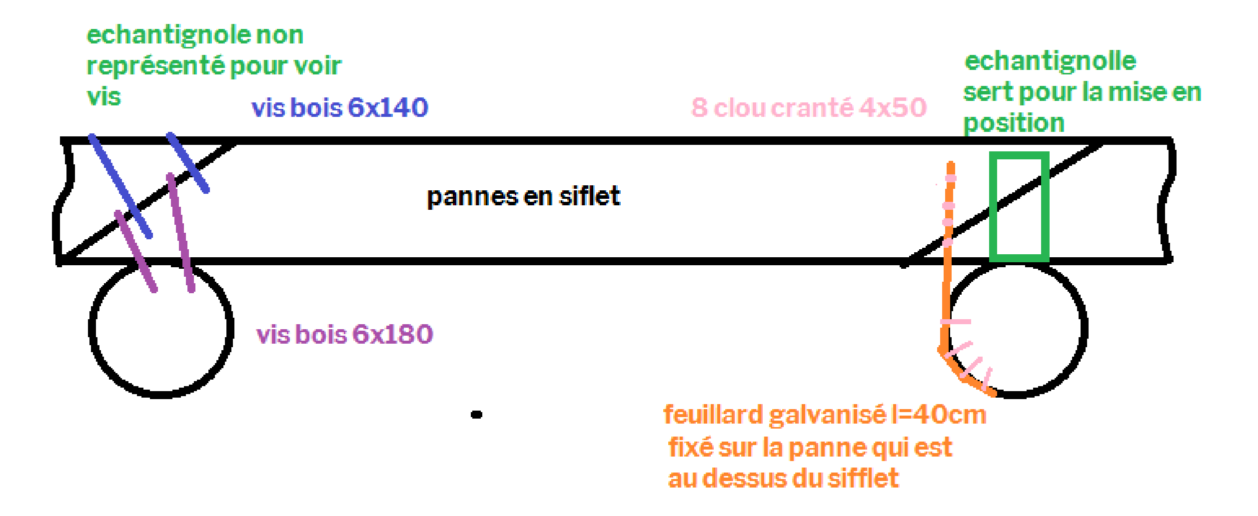


Figure 10: Pannes et fixations

- Pour la première ferme on l'immobilise avec un contreventement temporaire avec des chevrons de 5m en diagonal planté dans le sol. Une fois la 2e ferme en place on réalise 2 croix de st André temporaire (au nord et au sud) entre les deux fermes à l'intérieur de celle-ci. On profite de la flexibilité du bois pour les faire se chevaucher. On refera ces croix de st André toute entre la 3e et la 4e fermes et entre la 7e et 8e.
- On peut maintenant passer à la ferme suivante.
- Pendant ce temps-là d'autre personnes peuvent poser les pannes restantes (4 personnes à la fois, 9 par fermes) et une personne peut clouer le feuillard (s'il y a assez d'échelle).
- Il faudra resserrer tout les assemblages au bout de 6 mois car le bois va sécher

Astuces utiles :

- Pannes positionné en mettant la « banane » dans le bon sens (la courbe doit avoir son sommet vers le ciel) pour que avec le poids de la neige cela fasse une sorte de voûte.
- Bien vérifier que les briques ne ressortent pas sous les poteaux sinon l'effet goutte d'eau est nul : si elles dépassent taper dessus pour les rentrer.
- La boue c'est relou pour les cordes, clous, vis et pour les pieds. Faire le levage par temps sec c'est mieux le manitou s'enfonce moins (mais en vrai il roule comme même : nous c'était du sable détrempé et il s'est pas embourbé avec ses gros pneus)
- Les croix de st André sont fixés à l'intérieur pour pas gêner la fixation des lisses après coup.
- Une seule brique avec 1 seul chambre a air sous chaque poteau. Sinon il y en a que 1 en contact. Le granit c'est pas fou : les brique réfractaires c'est mieux.

- Plots bétons pas aligné et avec des décalages angulaires : moche et chiant (petit stress lors de la mise en position de la ferme). Faire gaffe lors du coulage des plots et bien utiliser les cordeaux (quitte à en mettre 2 pour l'alignement angulaire).
- Dernière ferme soulevé depuis le côté avec un seul point d'accroche : cela a fonctionné nickel en positionnant le pont d'accroche au milieu des 2 points d'accroche utilisé au préalable.
- 1 tour mort sur les pannes lors de leur levage : plus de friction donc moins de risque de corde qui glisse
- Accrocher les visseuses au baudrier pour pas qu'elle se détachent

Outils utiles :

- Manitou 18m de bras (c'était top) peut soulever max 4t (en fonction de la position du manitou cela peut être beaucoup moins : donc 4t c'est correct pour des fermes de 1t2 : moins ça aurait été tendu : mise en sécu tout le temps). Il pèse 12t et s'enfonce pas trop. Il fait environ 2m20 de haut et donc passe sous les poutres maîtresses et 3m de large donc peut rouler dans l'entre ferme. Ne monte pas une pente de 30 % de gadoue.
- Élingues de levage 2t + élingue de manipulation au sol de 1t chacune.
- 2 baudriers avec longes et mousquetons
- Des casques pour tout le monde
- 2 Visseuses puissantes pour visser des vis 6x180. Pas des petites légères.
- 2 cordes avec mousquetons pour soulever des pannes.
- 2 échelles de plus de 4m (au moins une de la hauteur de la faîtière soit 6m)

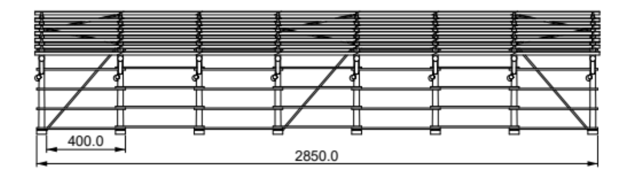
Durées du chantier

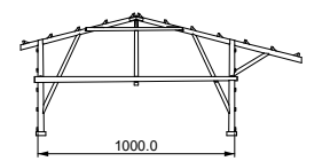
Pour réaliser le levage cela nous a pris 2j avec 1 personne dans le manitou qui savait le conduire + 4-5 personnes au sol et sur des echelles qui s'activaient.

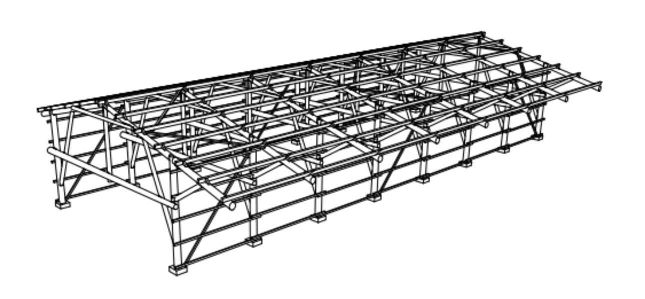
Puis pour fixer toutes les pannes 3 journées (7h) à 4 personnes .

Puis pour la fixation du feuillard 1 grosse journée et demi pour 1 personne.

VII. Bardage & contreventements







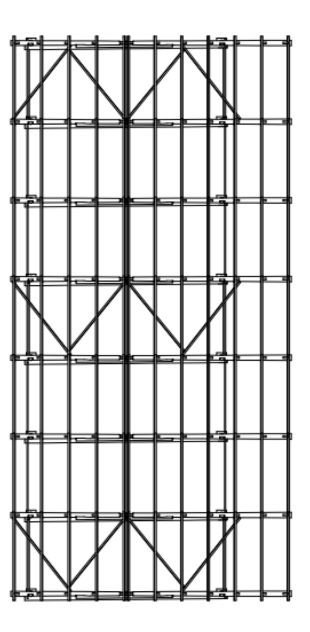


Figure 11: Vue 3D de l'ossature avec contreventements

Astuces utiles :

- Les lisses sont fixés avec une vis 6 × 180 a chaque bout dans les poteaux. Il y a 5 lisses par hauteur de mur écartées d’environ 1m10. La plus basse est a 10 cm du bas des poteaux et la plus haute a 10 cm sous l’arbalétrier.
- Une fois les lisses vissés on rajoute des contreventements sur 3 interfermes, sur les lisses et sous les pannes (cf figure ci dessus)
- Les contreventements permanents sont fixés par des tire-fond 8 × 140 dans les lisses ou les pannes (1 a chaque intersection). Pré percer en 7 systématiquement sinon on fragilise le tirefond.
- On rajoute à chaque intersection un clou 6x140 (en pré-percant a 5,5 avant) pour gérer les efforts de cisaillements

Outils utiles :

- Cloueur pneumatique
- Piges
- Échelle de 6m

- baudrier avec longe et mousqueton
- visseuse puissante avec crochet et longe de sécurité
- foret bois diamètre 7 et 5,5
- Embout de 13 pour tête hexagonale
- marteau charpentier
- poche a magnesie d’escalade
- échelles et / ou escabeaux

Durée du chantier.

Pour La fixation des lisses une journée pour 2 personnes et pour les contreventements 1 jour et demi pour 2 personnes également.

VIII. Bac acier

1. Le cas Beaubery :

On a 8 fermes espacé chacune de 4m (cf plan). On y installe du bac acier 63/100 avec correcteur d'humidité en sous façe. Avec d'un côté un pan de 6,1m réalisé avec un seul range de tôle de 6m et de l'autre un pan de 8,70m réalisé avec 2 rangs de tôles de 6 et 3m (celle de 3m au plus proche de la faîtière). On a du bac acier 5 onde sur des pannes écarté entre elles d'environ 1m40. On a une double faîtière au sommet. l'écart entre le dessus de ces 2 faîtières est d'environ 22cm. Les débords de toiture aux pignons sont d'environ 80 cm et l'on installe un chevron de rive sur lequel on va venir plaquer une tôle de finition de rive. Et en bas des arbalétriers (1m de débord de toiture) on installera une planche de rive avec des fixations pour les chenaux type gouttière en zinc avec 2 descentes de toitures pour chaque pan.

2. DTU

Il existe un DTU (document technique unifié) qui explique comment bien poser du bac acier , comme tout les DTU il est peu digeste. Pour plus de facilité les fabricants de bac acier édite des notices de mise en œuvre avec toutes les informations importantes (nous on a utilisé celui du fabricant BAC ACIER). Il est fortement recommandé de lire ce document avant de lire cette fiche.

3. Astuces :

- faire pré découper les tôles a longueur = super : plus facile de gérer le fait que le pan de toiture ne soit pas un carré parfait si on a 2 tôles sur la longueur plutôt qu'une seule mais moins rapide
- ne pas marcher sur les parties saillantes du bac acier car cela peut les plier
- embout de 10 en nombre pour visser le bac acier a plusieurs (embouts court = moins de risque de déraper sur la vis et de poquer le bac acier
- Beaucoup plus facile de visser les vis auto-foreuses en étant dans le bon sens de la pente (en regardant vers la faîtière). Et aussi beaucoup plus simple sur des pannes bois que des bannes métal (apparemment selon Junior)
- avoir des chaussures a semelle lisse ou bien se brosser les chaussures avant pour ne pas rayer le bac acier : cela se raye très vite.
- Penser à la fin du chantier à passer un coup de balais sur le toit pour éviter que les petits copeaux de métal en rouille avec l'humidité et ne perfore la peinture.
- A la fin du chantier prendre un petit pot de peinture de la couleur de la toiture et repasser un petit coup de peinture sur toutes les rayures : cela ne mange pas de pain et évite la rouille.
- Avoir des sacs (type sac a pof d'escalade c'est parfait) pour mettre des vis bac acier dedans
- Vérifier avant de commencer que les vis ne sont pas en kit : cavalier + vis + joint dans des paquets séparés : si jamais en préparer une centaine pour commencer. Pour info cela se monte comme cela :

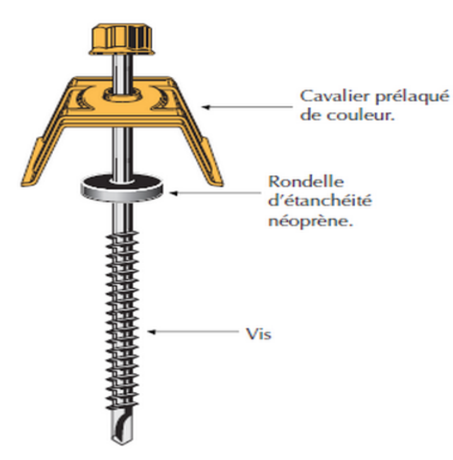
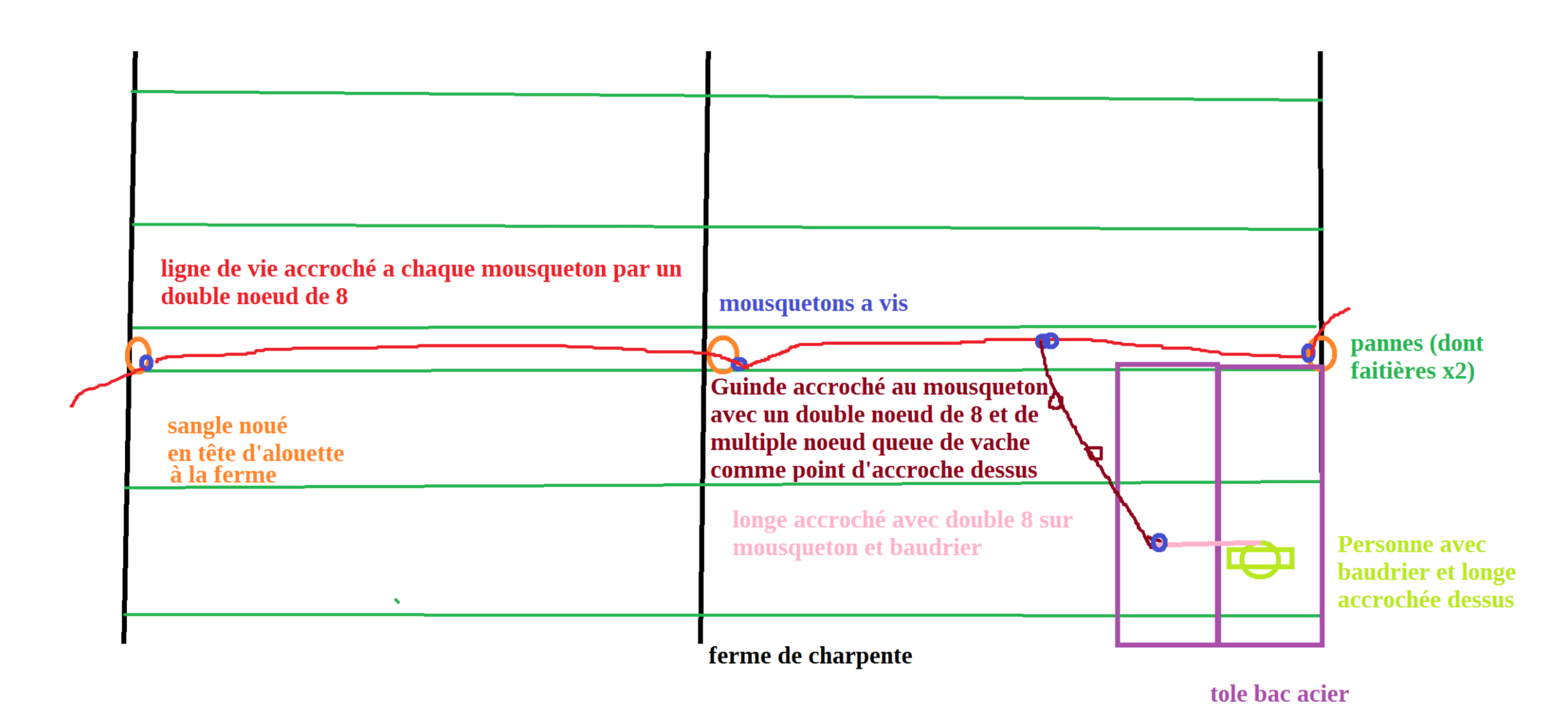


Figure 12: Vis + cavalier + rondelle néoprène = fixation bac acier

4. Travailler en sécurité :

- **Ne jamais monter ud bac acier s'il y a du vent important : risque de s'envoler et mourir.**
- Matos : des baudriers d'escalades , avec mousquetons verrouillable et des longes en corde d'escalade est un minimum. De plus prévoir une grande corde d'escalade (de la longueur de la faîtière : 30m pour nous)+ sangles + mousquetons + petites cordes d'escalades pour s'accrocher une ligne de vie en faîtière .
- Les baudriers d'escalade classique sont pratiques, car ils ont des anneaux pour glisser un marteau ou accrocher la visseuse (et cela s'emprunte facilement / ne coûte pas trop cher)
- Il est conseillé de rajouter une longe de sécu sur la visseuse pour ne pas la faire tomber sur quelqu'un ou bien la casser : les visseuses ont normalement un crochet prévu pour s 'accrocher à la ceinture
- Ci-dessous le montage que l'on a fait .

Exemple toiture a 3 fermes avec 2 pans et 3 pannes sur chaque pans



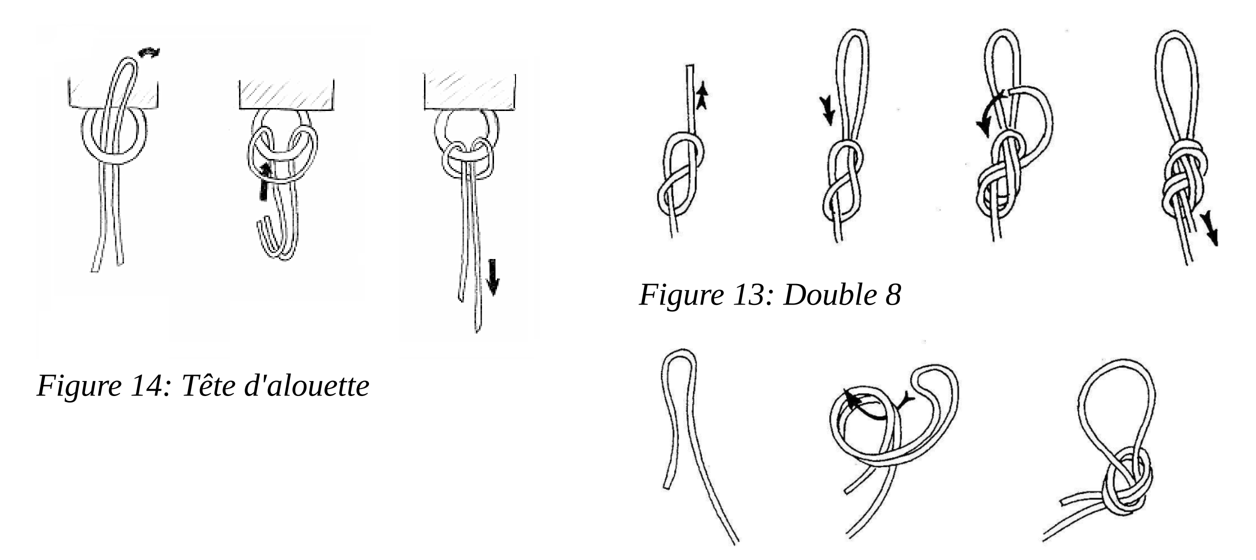


Figure 13: Double 8

Figure 14: Tête d'alouette

Figure 15: Queue de vache

- Avec ce montage on est toujours accroché sur la ligne de vie de la faîtière et on peut déplacer sa longe sur la guinde (= corde) pour avoir plus ou moins de longueur en fonction de la zone du toit ou l'on souhaite travailler. Quand on passe une ferme on décale les mousquetons coulissants qui sont sur la ligne de vie. On peut bien sur accrocher plusieurs guindes pour avoir plusieurs personne sur le toit. Si jamais l'on tombe on se fait un peu peur mais pas trop mal
- Par contre dans ce montage la ligne de vie risque de frotter sur le bac acier s'il dépasse de la faîtière il est donc pratique d'arrêter la tôle a la faîtière et pour cela il ne faut pas que les faîtières soient trop éloignée l'une de l'autre (sinon on pourra pas installer la tôle de faîtage de finition)
- À noter que les toits à 25% de pente en bac acier ne sont pas vraiment glissant par temps sec donc plutôt rassurant de s'y déplacer même pour des débutants. Et par contre dès qu'il pleut cela devient moins simple (mais faisable prudemment).
- Pour plus de confort on peut utiliser des longes de via ferrata avec absorbeur, un anti chute mobile (ASAP chez petzl par exemple) qui nous suit sur la corde, des mousquetons automatiques. Mais cela a un coût.
- Lorsque l'on fait des trucs autre que monter sur une échelle on essaye toujours de s'accrocher avec sa longe (se vacher).
-

5. Déroulé du montage des tôles de bac acier

- On a commencé par le pan le plus court (6m) : il y a 2 personnes sur le toit assuré et 2 personnes en bas.
- Avant d'amener la tôle on la met dans le bon sens : sous une des nervures des extrémités il n'y a pas de feutre régulateur d'humidité : cette nervure ira sur celle de sa voisine. Puis avec la pince à croquer on croque le haut de la tôle vers le haut et l bas de la tôle vers le bas (même angle que la toiture)



Figure 16: Pince a croquer

- Les 2 personnes en bas amène la tôle puis la première monte a l'échelle avec le devant de la tôle. Arrivé en haut de l'échelle la personne en bas pousse la tôle pour la faire coulisser sur la panne sablière. Les personnes sur le toit l'aide en tirant et arrivé a la moitié de la tôle font pivot autour de la panne sablière pour la plaquer sur le toit.
  - Remarques :

        - La première tôle est plus difficile à installer mais une fois celle-ci fixé on peut marcher dessus pour les suivantes = confort.
        - Il faut faire super attention à partir avec le bon alignement (par rapport à la faîtière mais aussi par rapport au cordeau et au débord de pignon) dès le début car c'est pas simple à corriger après : prendre du temps sur la première = pas déconnant.
        - Cela ne marche bien mieux si la hauteur sous débord est inférieur a la longueur des tôles (pour nous tôles de 6 m et 4m80 sous débords = top).
        - Il y a peut-être une méthode plus sécurisante pour la personne qui est sur l'échelle, mais on l'a pas trouvé (une 5e personne qui l'assure?)
- Une fois la tôle sur le toit on en aligne le bas de celle-ci avec un cordeau que l'on a tendu pour représenter sa position finale (installé sur une cale d'épaisseur qui fait épaisseur de la planche de rive + 1/3 de la largeur de la gouttière future).
- Puis on fixe la tôle avec 4 vis (une a chaque coin), attention à bien laisser la nervure qui va être recouverte par la suivante sans fixation. Puis on fait des petits traits au croisement tôle/ pannes pour viser le bois après lorsque l'on mettra toutes les vis. Puis on enchaîne. Une fois toutes les plaques mises on peut monter a 4 personnes sur le toit et visser toutes les vis manquantes
    - Remarques :
        - Si jamais on a un léger décalage on peut légèrement transformer les tôles en trapèze en écrasant un peu plus les nervure d'un des cotés de la tôle en vissant toutes les vis les une après les autres en avançant vers le bord libre de la tôle du côté ou l'on souhaite « élargir un peu »(cf schéma avec ordre de vissage): cela marche pour rattraper quelques centimètres mais cela peut amener des décalages au niveau de la faîtière.
        - Pour le côté a 2 plaques on a d'abord monté 2 tôles de 6 m puis une de 3 puis une de 6 puis une de 3 et ainsi de suite pour avoir toujours un décalage qui nous permettait de travailler plus en confort.

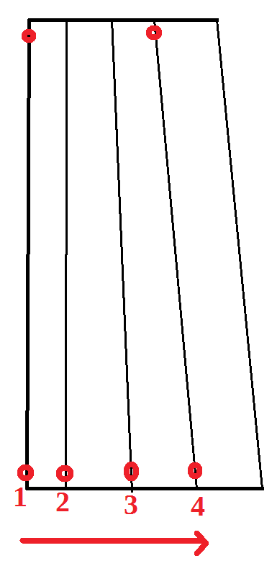


Figure 17: Vissage progressif pour déformer la tôle

- Une fois toutes les tôles du toit posé on peut balayer, repeindre les rayures puis recouper les bouts de pannes pour qu'elles soient a la bonne longueur (les faires dépasser un peu du bac acier car facilement recouvrable par la tôle de rive et plus facile pour venir visser le « chevron de rive » (du fait de notre débord de panne en « pointe » on met un chevron de rive a la place d'une planche de rive)

Durée du chantier.

- On était 4 et cela nous a pris 3j (8h / jour) pour monter toutes les tôles sur le toit et les visser intégralement. Mais on a pas :
    - mis les tôles et planches de finitions (tôles faîtage, tôles de rives, planches de rives)
    - Passé le balai pour les copeaux métalliques (c'est très long)
    - Repasser un coup de peinture sur les rayures



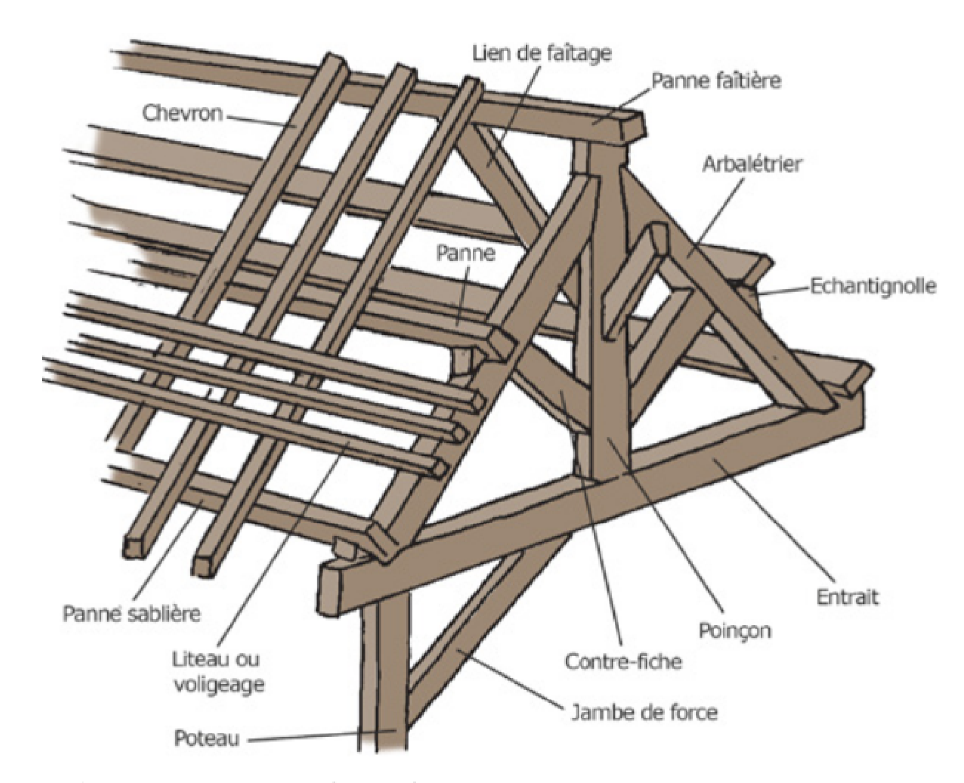
Figure 18: Charpente monté pignon Ouest



Figure 19: Charpente montée vue aérienne

IX. Glossaire :

- Arbalétrier (arba): pièce de charpente qui fait la pente du toit
- Échantignole : pièce de charpente triangulaire dans le sens de la fibre qui soutiens les pannes
- Entrait : pièce de charpente horizontale entre les 2 arbalétriers (travail en traction)
- Jambe de force : pièce de charpente entre 30 et 60° de la verticalité qui reprennent des efforts des arbalétriers et les redirige vers les poteaux (travail en compression)
- Poinçon : pièce de charpente vertical qui relie la faîtière, l'entrait et la poutre maîtresse (travail en traction).
- Lisse : pièce de bois horizontale fixé sur les poteaux sur laquelle est fixé le bardage.
- Croix de St André : croix de bois ayant un rôle de contreventement
- Faîtière : sommet de la ferme
- Pannes : pièce de bois positionné sur les fermes et perpendiculairement a celle-ci pour les relier entre elle et poser dessus le bac acier.
- Poteau : pièce de charpente vertical qui soutiens le reste de la ferme (travail en compression)
- Poutre maîtresse : entrait rabaissé qui travail en flexion et traction et supporte un 2e niveau.



Les composants d'une charpente

- Mettre sur ligne : positionner la pièce de bois avec le côté concerné à l'aplomb de la ligne d'épure
- Faire quartier : faire un quart de tour de la grume

- Coupe d’aplomb : coupe à la verticale
- Coupe de niveau : coupe à l’horizontale
- Orienter une grume : décider la position de la pièce de bois dans l’espace (sens fin bout-gros bout et sens radial)
- Plumée de dévers : trais de niveau en bout de grume pour retrouver l’orientation de la pièce de bois
- Gros bout et fin bout : extrémités de la grume
- Faire chapelle : réaliser un plat étroit pour que la rondelle d’une tige filetée arrive bien perpendiculaire a la tige filetée
- Tourne-bille : outil permettant de tourner les grumes avec un bras de levier
- Mouche (de foret) : pointe fileté conique du foret hélicoïdale de charpente permettant l’attraction dans le bois. /!\ FRAGILE
- Se vacher : utiliser une longe sur un baudrier pour s’accrocher en sécurité en hauteur
- Moisage : assemblage de charpente bois qui consiste a venir prendre en sandwich une pièce de bois par 2 autres (moisage double) ou bien juste de venir serrer une pièce de bois en contact plat/plat sur une autre (moisage simple)

Sources :

https://www.lairdubois.fr/pas-a-pas/489-notions-de-base-de-charpente-pour-lair-du-bois.html